

⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3822212 C1

⑤① Int. Cl. 4:
G21D 9/00
G 21 D 5/12

⑳ Aktenzeichen: P 38 22 212.4-33
㉑ Anmeldetag: 1. 7. 88
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 11. 89



DE 3822212 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:

Hochtemperatur-Reaktorbau GmbH, 4600 Dortmund,
DE

㉕ Erfinder:

Jürgens, Bernd, Dipl.-Ing., 6945 Hirschberg, DE;
Schmitt, Hermann, Dipl.-Ing., 6752 Winnweiler, DE;
Schöning, Josef, Dr.-Ing. Dr., 7521 Hambrücken, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS 38 19 485
DE-OS 36 26 717
DE-OS 35 30 715
DE-OS 34 46 141
DE-OS 34 46 101

⑤④ Kernreaktoranlage, bestehend aus einem HT-Kleinreaktor, einem He/He-Wärmetauscher und einem He/H₂O-Wärmetauscher

Die Erfindung betrifft eine in einem Stahldruckbehälter angeordnete Kernreaktoranlage mit einem heliumgekühlten HT-Kleinreaktor, einem He/He-Wärmetauscher und mindestens einem He/H₂O-Wärmetauscher zur Dampferzeugung. Aufgabe der Erfindung ist es, eine solche Anlage derart auszubilden, daß beide Wärmetauscher auf ihrer Sekundärseite auf einfache Weise in mehrere Systeme unterteilt werden können. Erfindungsgemäß sind beide Wärmetauscher von einem Gasführungsmantel umschlossen und um das Kernrohr herum untereinander angeordnet. Die Zuführung und Abführung des sekundären Mediums für den unteren Wärmetauscher - vorzugsweise den He/He-Wärmetauscher - erfolgt über einen horizontalen Stutzen, der zwei koaxial angeordnete Rohre umfaßt, wobei das das heiße Medium führende Innenrohr einen Lochplattensammler aufweist und das das kalte Medium führende Außenrohr als Trommelsammler ausgeführt ist. Die Anschlußleitungen zum Wärmetauscher sind bei dem Lochplattensammler durch das Kernrohr verlegt und bei dem Trommelsammler in dem Ringraum zwischen Druckbehälterwand und Gasführungsmantel. Der obere Wärmetauscher ist an Lochplattensammler angeschlossen, die mittels Schieberverbindungen in den Gasführungsmantel eingesetzt sind.

DE 3822212 C1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kernreaktoranlage mit den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Eine Kernreaktoranlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 gehört wegen der nicht vorveröffentlichten DE-PS 38 19 485 zum Stand der Technik. Eine weitere Kernreaktoranlage ist aus der DE-OS 34 46 101 bekannt. Bei dieser Anlage erstreckt sich ein erstes He/He-Wärmetauscherbündel oberhalb des HT-Kleinreaktors durch den ganzen Reaktordruckbehälter hindurch, der in seinem oberen Teil im Durchmesser erweitert ist. In diesem erweiterten Bereich ist ein weiteres He/He-Wärmetauscherbündel coaxial zu dem ersten angeordnet, unter welchem der zur Abfuhr der Nachwärme bestimmte He/H₂O-Wärmetauscher installiert ist. Dieser kann auch in zwei Systeme mit gesonderten H₂O-Zuführungs- und -Abführungsleitungen unterteilt sein. Für die Zuleitung des sekundären Heliums zu dem zweiten He/He-Wärmetauscherbündel sind seitlich an dem Reaktordruckbehälter mehrere Stützen angebracht, die an einen Ringsammler angeschlossen sind. Ein weiterer Ringsammler ist oberhalb des ersten He/He-Wärmetauscherbündels vorgesehen, der durch Leitungen mit den Rohren dieses Bündels verbunden ist.

In der DE-OS 32 12 264 ist ebenfalls eine Kernreaktoranlage beschrieben, die einen HT-Kleinreaktor als Energiequelle und einen He/He-Wärmetauscher als Wärmenutzungssystem aufweist, welche beide in einem Reaktordruckbehälter aus Stahl untergebracht sind. Der um ein zentrales Rohr angeordnete, im Querschnitt ringförmige He/He-Wärmetauscher ist von drei He/H₂O-Wärmetauschern umgeben, die für den Nachwärmefuhrbetrieb vorgesehen sind. Die Zuführung des sekundären Heliums zu dem He/He-Wärmetauscher erfolgt durch einen Ringsammler.

Als Stand der Technik wird noch die DE-OS 34 35 255 genannt, bei der die der Nachwärmeabfuhr dienenden Wärmetauscher zwischen dem HT-Kleinreaktor und den Hauptwärmetauschern (beispielsweise Dampferzeugern) angeordnet sind. Das in dem HT-Kleinreaktor erhitzte Kühlgas wird zunächst durch eine zentrale Heißgasleitung nach oben geführt, wo es umgelenkt und dann von oben den Hauptwärmetauschern zugeleitet wird.

Von der erstgenannten Offenlegungsschrift ausgehend, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Kernreaktoranlage mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 so auszubilden, daß eine Aufteilung der beiden Wärmetauscher auf ihrer Sekundärseite auf einfache Weise möglich ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1.

Bei der erfindungsgemäßen Kernreaktoranlage, bei der primärseitig nur eine Gasführung erforderlich ist, kann auf der Sekundärseite der Wärmetauscher durch die besondere Anordnung der Sammler problemlos eine Unterteilung in mehrere Einheiten vorgenommen werden, was die Verfügbarkeit der gesamten Anlage erhöht. Von Vorteil ist außerdem, daß ein nachträglicher Einbau der Wärmetauscher in bestehenden Anlagen (nämlich durch Austausch) möglich ist, da die Wärmetauscher eine kompakte Montageeinheit bilden. Sie benötigen zudem relativ wenig Platz.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen sowie der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der

schematischen Zeichnung zu entnehmen.

Die Figur zeigt den oberen Teil einer Kernreaktoranlage gemäß der Erfindung im Längsschnitt.

Die Figur läßt einen Reaktordruckbehälter 1 aus Stahl erkennen, der in seinem mittleren Teil 1a einge- 5
zogen ist und in seinem oberen Teil einen im Durchmesser erweiterten Bereich 2 aufweist. In dem unteren Teil ist ein (nicht gezeigter) HT-Kleinreaktor installiert, dessen Kern von unten nach oben von primärem Helium 10
durchströmt wird und von einer Schüttung kugelförmiger Brennelemente gebildet sein kann. Oberhalb des HT-Kleinreaktors befindet sich ein Heißgassammelraum 3. Durch die beiden Behälterteile 1a und 2 verläuft 15
zentral ein Kernrohr 4.

In dem Teil 1a des Reaktordruckbehälters 1 sind als Wärmenutzungssysteme ein He/He-Wärmetauscher 5 20
sowie ein He/H₂O-Wärmetauscher 6 installiert, die einen ringförmigen Querschnitt aufweisen und um das Kernrohr 4 angeordnet sind. In dem gezeigten Beispiel befindet sich der He/He-Wärmetauscher 5 unten. Je nach Aufgabenstellung für die Wärmetauscher und den thermodynamischen Randbedingungen kann der He/He-Wärmetauscher auch oberhalb des He/H₂O-Wärmetauschers angeordnet sein.

Beide Wärmetauscher 5 und 6 sind vollständig von einem Gasführungsmantel 7 für das primäre Helium 25
umschlossen. An den Blechmantel 7 sind über Leitungen 10 zwei parallelgeschaltete Umwälzgebläse 9 angeschlossen, die je in einem auf den Reaktordruckbehälter 1 aufgesetzten Gehäuse 8 untergebracht sind.

Die Rohrplatten 11 für die Bündelrohre des oben angeordneten He/H₂O-Wärmetauschers 6 sind an dem Kernrohr 4 sowie an dem Gasführungsmantel 7 befestigt; die Rohrplatten 12 für die Bündelrohre des unten angeordneten He/He-Wärmetauschers 5 hingegen sind 30
nur an dem Gasführungsmantel 7 befestigt.

Das primäre heiße Helium strömt von dem Heißgassammelraum 3 aus von unten in den He/He-Wärmetauscher 5 ein und wird außen an den Bündelrohren entlang nach oben geführt, wobei es seine Wärme an das durch die Bündelrohre strömende sekundäre Helium abgibt. Danach tritt das primäre Helium in den He/H₂O-Wärmetauscher 6 ein und verläßt diesen durch die zu den beiden Umwälzgebläsen 9 führenden Leitungen 10. 35
Nach seiner Verdichtung in den Umwälzgebläsen 9 wird das primäre Helium außen an dem Blechmantel 7 entlang nach unten geleitet und gelangt in dem den HT-Kleinreaktor enthaltenden Druckbehälterteil durch einen Ringraum zu einem Kaltgassammelraum (nicht dargestellt).

An den Reaktordruckbehälter 1 ist in seinem erweiterten Bereich 2 ein Stutzen 13 horizontal angesetzt, der zwei eine coaxiale Gasführung bildende Rohre, das Innenrohr 14 und das Außenrohr 15, aufweist. Die beiden Rohre 14 und 15 sind an das Kernrohr 4 angeschlossen, dessen oberes Ende 16 in Richtung auf den Stutzen 13 um 90° abgewinkelt ist. Das Außenrohr 15 ist mit dem Kernrohr 4 durch eine Schiebeverbindung 17 verbunden. 40

Die Anschlußstelle des Innenrohres 14 ist als Lochplattensammler 18 ausgebildet. Auf seinem Umfang ist das Innenrohr 14 mit einer thermischen Isolierung 19 versehen. Der zwischen dem Kernrohr 4 und der Druckbehälterwand befindliche Teil des Außenrohres 15 ist als mehrreihiger Trommelsammler 20 ausgeführt. 45

An den Trommelsammler 20 schließen sich Verbindungsleitungen 21 an, die durch einen Ringraum 22 zwischen der Druckbehälterwand und dem Gasführungs-

mantel 7 zu dem oberen Ende des He/He-Wärmetauscher 5 verlaufen und in den Rohrplatten 12 enden. An das untere Ende des He/He-Wärmetauschers 5 schließen sich weitere Verbindungsleitungen 23 an, die durch das Kernrohr 4 nach oben geführt und mit dem Lochplattensammler 18 verbunden sind. Das Kernrohr 4 weist in dem Teil, der sich innerhalb des He/He-Wärmetauschers 5 befindet, einen erweiterten Bereich 24 auf, in dem die Verbindungsleitungen 23 eine Dehnzone 25 besetzen.

Durch das Außenrohr 15 der coaxialen Gasführung wird kaltes Sekundärhelium in den Reaktordruckbehälter 1 eingeleitet, das mittels des Trommelsammlers 20 auf die Verbindungsleitungen 21 verteilt wird. Das aus dem He/He-Wärmetauscher 5 abgeführte heiße Sekundärhelium wird – nachdem es durch Verbindungsleitungen 23 geströmt und in den Lochplattensammler 18 gelangt ist – durch das Innenrohr 14 nach außen geführt. Dies hat den Vorteil, daß das Temperaturgefälle zu dem Stutzen 13 nur gering ist. Durch die Verlegung der das kalte Sekundärhelium transportierenden Verbindungsleitung 21 im Ringraum 22 kann überdies eine thermische Isolierung des Kernrohres 4 entfallen.

Für die Versorgung des He/H₂O-Wärmetauschers 6 mit Speisewasser bzw. die Abführung des erzeugten Dampfes aus dem Reaktordruckbehälter 1 ist jeweils eine Zuleitung (nicht dargestellt) bzw. Ableitung 26 vorgesehen, die horizontal durch den erweiterten Bereich 2 des Druckbehälters 1 geführt und mittels einer Wärme-dehnungshülse 27 an der Druckbehälterwand befestigt ist. In der Zeichnung liegt nur die Ableitung 26 in der Schnittebene; die um 90° versetzt angeordnete Zuleitung hat die gleichen Konstruktionsmerkmale wie diese. Zuleitung und Ableitung 26 enden je in einem Lochplattensammler 28, der mittels einer Schieberverbindung 29 in den Gasführungsmantel 7 eingesetzt ist. Der Lochplattensammler 28 der Ableitung 26 ist durch Leitungen 30 mit den am unteren Ende des He/H₂O-Wärmetauschers 6 befindlichen Bündelrohren verbunden.

Die Lochplattensammler 28 des He/H₂O-Wärmetauschers 6 sowie der Lochplattensammler 18 und der Trommelsammler 20 des He/He-Wärmetauschers 5 können von außen erreicht werden, so daß ein Abblinden von Einzelrohren mittels eines fernbedienbaren Manipulators möglich ist.

Patentansprüche

1. Kernreaktoranlage, bestehend aus

- a) einem gasgekühlten HT-Kleinreaktor, dessen Kern von unten nach oben von primärem Helium durchströmt wird,
- b) mindestens einem im Querschnitt ringförmigen He/He-Wärmetauscher (5), in dem das primäre Helium seine Wärme an in einem Zwischenkreislauf umlaufendes sekundäres Helium abgibt,
- c) mindestens einem He/H₂O-Wärmetauscher (6) zur Dampferzeugung,
- d) einem Reaktordruckbehälter (1) aus Stahl, in dem
 - d1) der HT-Kleinreaktor und oberhalb von diesem die beiden Wärmetauscher (5, 6) installiert sind und
 - d2) der an seinem oberen Ende einen im Durchmesser erweiterten Bereich (2) aufweist,
- e) einem in dem Reaktorbehälter (1) angeordneten Kernrohr (4), um welches herum die beiden Wärmetauscher (5, 6) untereinander angeordnet sind,

neten Kernrohr (4), um welches herum die beiden Wärmetauscher (5, 6) untereinander angeordnet sind,

f) einem das kalte und das heiße Helium voneinander trennenden, der Gasführung dienenden Blechmantel (7), der die beiden Wärmetauscher (5, 6) umschließt,

g) einer horizontal in den Reaktorbehälter (1) hineingeführten und je in einem Lochplattensammler (28) endenden Zuleitung und Ableitung (26) für den oberen Wärmetauscher (6), wobei der Lochplattensammler (28) mittels einer Schieberverbindung (29) in den Blechmantel (7) eingesetzt ist,

h) mindestens zwei im Kaltgasstrom liegenden Umwälzgebläsen (9),

gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

i) die Zuführung und Abführung des sekundären Mediums für den unteren Wärmetauscher (5) erfolgt über einen an den erweiterten Bereich (2) des Reaktordruckbehälters (1) horizontal angesetzten Stutzen (13), der zwei coaxiale, an das Kernrohr (4) angeschlossene Rohre (14, 15) umfaßt, wobei

i1) die Anschlußstelle des das heiße Medium führenden Innenrohres (14) als Lochplattensammler (18) ausgebildet ist und

i2) das das kalte Medium führende Außenrohr (15) im Bereich zwischen der Druckbehälterwand und dem Kernrohr (4) als Trommelsammler (20) ausgeführt ist;

k) das heiße Rohrbündelende des unteren Wärmetauschers (5) ist mit dem Lochplattensammler (18) durch in dem Kernrohr (4) verlegte Verbindungsleitungen (23) verbunden;

l) das kalte Rohrbündelende des unteren Wärmetauschers (5) ist mit dem Trommelsammler (20) durch Verbindungsleitungen (21) verbunden, die in dem Ringraum (22) zwischen der Druckbehälterwand und dem Blechmantel (7) verlaufen.

2. Kernreaktoranlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

m) daß innerhalb des Kernrohres (4) mindestens eine Dehnzone (25) für die in dem Kernrohr (4) verlegten Verbindungsleitungen (23) vorhanden ist.

3. Kernreaktoranlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

n) daß der in dem unteren Wärmetauscher (5) befindliche Teil des Kernrohres (4) in seinem Durchmesser erweitert und in diesem Bereich (24) die Dehnzone (25) vorgesehen ist.

4. Kernreaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

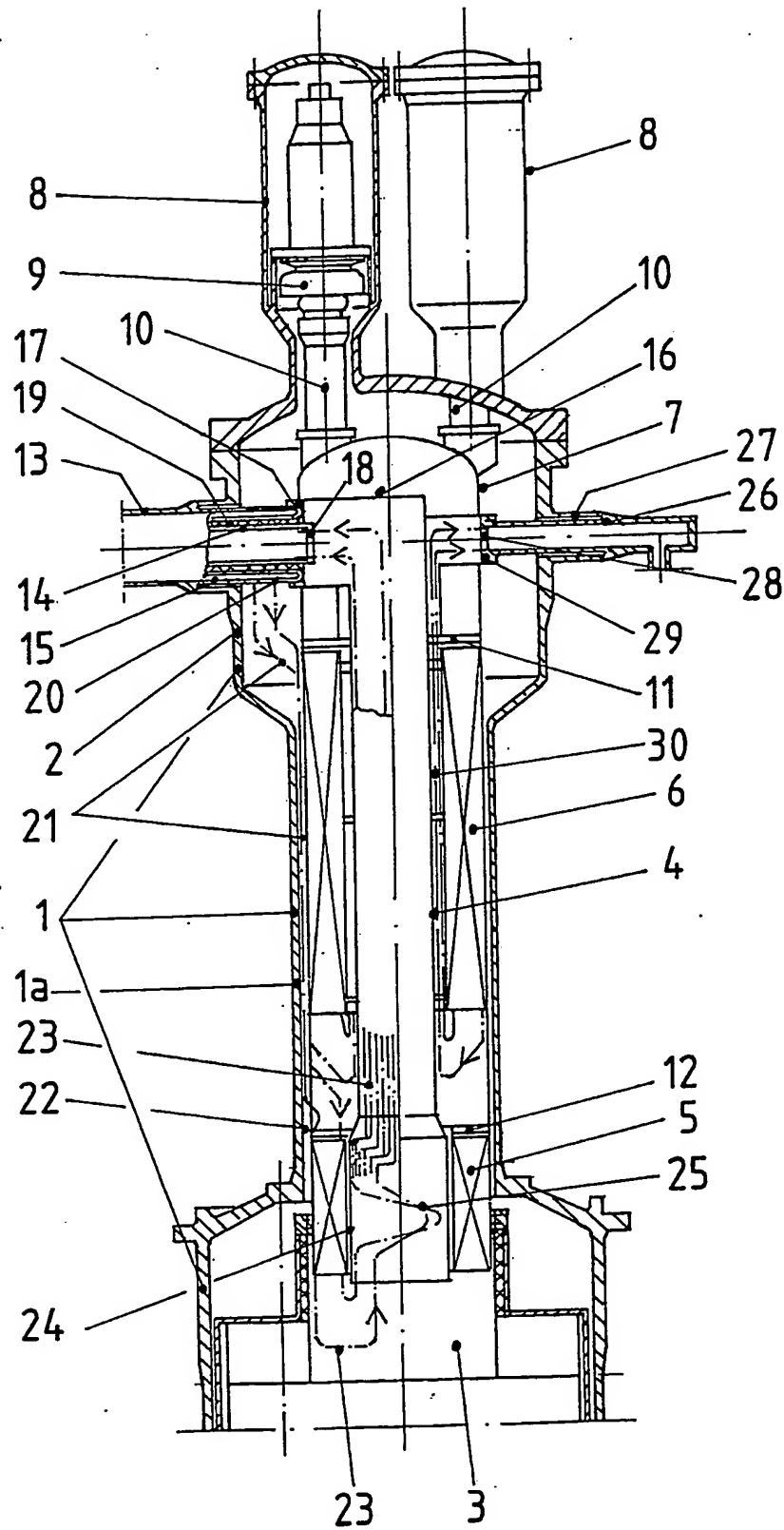
o) daß das obere Ende des Kernrohres (4) in Richtung auf den Stutzen (13) um 90° abgewinkelt und über eine Schieberverbindung (17) mit dem das kalte Medium führenden Außenrohr (15) verbunden ist.

5. Kernreaktoranlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

p) daß die Rohrplatten (11) für die Bündelrohre des oberen Wärmetauschers (6) an dem Kernrohr (4) und an dem Blechmantel (7) befestigt sind.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

- Leerseite -



APPL-NO: DE03822212

APPL-DATE: July 1, 1988

PRIORITY-DATA: DE03822212A (July 1, 1988)

INT-CL (IPC): G21D005/12, G21D009/00

EUR-CL (EPC): G21C015/18 ; G21C015/22, G21C001/07

US-CL-CURRENT: 60/644.1

ABSTRACT:

The invention relates to a nuclear reactor installation arranged in a steel pressure vessel and having a helium-cooled high-temperature small reactor, a helium/helium heat exchanger and at least one helium/water heat exchanger for the generation of steam. It is the object of the invention to develop such an installation in such a way that both heat exchangers can be subdivided on their secondary side in a simple way into a plurality of systems. According to the invention, both heat exchangers are enclosed by a gas guide jacket and are arranged one under the other around the core (inner) tube. The supply and removal of the secondary medium for the lower heat exchanger - preferably the helium/helium heat exchanger - takes place via a horizontal stub which comprises two coaxially arranged tubes, the inner tube conveying the hot medium having a perforated-plate collector and the outer tube conveying the cold medium being designed as a drum-type collector. The connection conduits to the heat exchanger are sited, in the case of the perforated-plate collector, through the core tube and, in the drum-type collector, in the annular space between the pressure-container wall and the gas guide jacket. The upper heat

exchanger is connected to perforated-plate collectors which are installed in the gas guide jacket by means of sliding connections.